

Automotive Culture and Technology

高等职业教育精品规划教材

汽车文化与科技

主编 方晓汾 罗方赞



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高等职业教育精品规划教材

汽车文化与科技

主编 方晓汾 罗方赞



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为车辆工程学科本科生、专科生系列教材之一。本书采用项目式教学方式编写,全书共分七个项目:认识汽车、美国汽车文化、德国汽车文化、日韩汽车文化、中国汽车文化、新能源汽车、汽车未来与科技等。每一项目内容都根据汽车这类工业产品实际特点,从历史演变、现状、未来发展维度出发,总结汽车文化在各个方面的影响,并分析了汽车美学、汽车文化在社会进步的推动作用。

本书可作为汽车技术服务与营销、汽车检测与维修技术、车辆工程、机械工程、机电工程、管理工程等专业的本科及专科教材,也可供从事汽车服务工程的广大工程技术人员与管理人员阅读。

本书配有电子课件,读者可以从中国水利水电出版社网站免费下载,网址为: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>。

图书在版编目(CIP)数据

汽车文化与科技 / 方晓汾, 罗方赞主编. -- 北京 :
中国水利水电出版社, 2015. 1
高等职业教育精品规划教材
ISBN 978-7-5170-2987-8

I. ①汽… II. ①方… ②罗… III. ①汽车—文化—
高等职业教育—教材 IV. ①U46-05

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第034287号

书 名	高等职业教育精品规划教材 汽车文化与科技
作 者	主 编 方晓汾 罗方赞
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京零视点图文设计有限公司
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	184mm×260mm 16开本 15.25印张 362千字
版 次	2015年1月第1版 2015年1月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	39.50元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

本书编委会

主 编:

方晓汾 衢州职业技术学院

罗方赞 衢州职业技术学院

副主编:

徐建亮 衢州职业技术学院

张 勇 东北石油大学

万海波 浙江水利水电学院

编委成员:

巫少龙 衢州职业技术学院

赵志刚 衢州职业技术学院

金鑫君 衢州职业技术学院

王国明 重庆工业职业技术学院

苗蓬勃 杭州职业技术学院

许 静 江西农业大学

杨 帆 衢州职业技术学院

Anthony Yeong 澳大利亚南十字星大学/项目管理研究所

蒋秀龙 上海大众汽车有限公司

李慧清 泛亚汽车技术中心有限公司

蔡 杰 浙江机电职业技术学院

Paul Polzer 美国明尼苏达州东南科技学院

Niel Christensen 美国明尼苏达州东南科技学院

钟梨清 衢州金威别克服务有限公司

何浩瀛 浙江工贸职业技术学院

卢 超 浙江工业职业技术学院

张大雨 丽水职业技术学院

朱家杰 杭州科技职业技术学院

冯雪丽 杭州科技职业技术学院

黄正军 金华职业技术学院

前 言

遵循现代人文教育与工程教育相结合,秉承“寓学于乐,寓乐于心”,从科技的学习过程中去体会“开放式人文”,陶冶心性,培养情操。

每个国家设计生产的汽车都代表着本民族的时代文化特征,同时也烙有消融其他民族文化的印记,汽车甚至还有政治文化的内涵。为什么我们会觉得美国车气派、意大利车浪漫、德国车严谨、日本车精明、英国车高贵。

许多西方发达国家从幼儿园、学校,到进入社会等各个阶段,都按照年龄段进行“汽车教育”。汽车文化教育的重要性在于增强全民的现代交通意识、培养汽车类的专业人才。汽车文化教育具有长期性、基础性、全民性及专业性的特点。

本书根据教育部《现代职业教育体系建设规划(2014—2020年)》《面向21世纪教育振兴行动计划》和《国务院关于加快发展现代职业教育的决定》等文件精神,按照高职教育的培养模式和基本特点,以培养高技术应用型专门人才为出发点,以适应社会需要为目标。汽车文化教程的任务安排:衢州职业技术学院方晓汾负责项目整体构思与审校,衢州职业技术学院罗方赞负责项目三的编写与全书整体协调,衢州职业技术学院徐建亮负责项目六、项目七的编写,浙江水利水电学院万海波负责项目五的编写与校审,衢州职业技术学院杨帆负责项目一、项目二、项目三的校审,东北石油大学张勇负责项目一、项目二、项目四的编写,杭州职业技术学院苗蓬勃负责项目五的校审,江西农业大学许静负责项目六的校审,重庆工业职业技术学院王国明负责项目七的校审,Anthony Yeong 博士负责项目化教学模式的指导。

感谢参与工作的上海大众汽车有限公司蒋秀龙工程师,泛亚汽车技术中心有限公司李慧清工程师,感谢美国 ASE (Automotive Service Excellence) 高级技师 Paul Polzer 和 Niel Christensen 提出宝贵的修改意见等。感谢巫少龙、金鑫君等其他编委老师在编写教材过程中的通力合作。

本书由方晓汾、罗方赞任主编,徐建亮、万海波、张勇任副主编,衢州职业技术学院杨帆任主审。

与本书配套的电子课件下载地址: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>。

由于编者水平有限,经验不足,加之编写时间仓促,书中难免存在不当或错误之处,恳请读者批评指正 (Email: schonetek@126.com)。

方晓汾 于衢江畔
2014年8月

目 录

前言

项目一 认识汽车	1
任务一 汽车总体构成	3
活动一 汽车基本结构	4
活动二 发动机	7
任务二 常见的汽车车标	12
活动一 国产汽车车标及其内涵	13
活动二 非国产汽车车标及其内涵	14
任务三 汽车设计	15
活动一 汽车设计方法	16
活动二 汽车设计流程	18
活动三 汽车设计大师们	24
活动四 意大利汽车设计	31
活动五 中国汽车设计企业	34
任务四 汽车制造	38
任务五 汽车美学	44
项目二 美国汽车文化	51
任务一 美国汽车工业的发展	51
任务二 通用汽车	56
活动一 通用汽车发展	56
活动二 雪佛兰汽车	58
活动三 别克汽车	60
活动四 凯迪拉克汽车	65
活动五 GMC 汽车	67
任务三 福特汽车	72
任务四 克莱斯勒汽车	80
任务五 美国本土文化特点	84
任务六 汽车文化衍生经济（一）	86
活动一 汽车广告	86
活动二 汽车车展	87
活动三 汽车模特	90

项目三 德国汽车文化	93
任务一 德国汽车工业的发展与格局	93
任务二 大众汽车	97
活动一 大众汽车发展历程	97
活动二 奥迪汽车品牌	99
活动三 上海大众	101
活动四 一汽大众	106
任务三 宝马汽车	108
活动一 宝马汽车发展历程	108
活动二 宝马 Mini Cooper	110
活动三 宝马汽车在中国	111
任务四 奔驰汽车	112
活动一 奔驰汽车发展历程	112
活动二 奔驰汽车在中国	114
任务五 德国本土文化特点	115
任务六 汽车文化衍生经济(二)	116
活动一 汽车旅馆	116
活动二 宝马汽车广告	117
活动三 汽车节目秀	119
思考题	120
项目四 日韩汽车文化	121
任务一 日韩汽车工业的发展	121
任务二 日韩著名汽车企业	123
活动一 丰田汽车	123
活动二 本田汽车	126
活动三 韩国现代起亚汽车集团	127
活动四 日韩其他汽车企业	129
任务三 日韩本土文化特点	133
任务四 汽车文化衍生经济(三)	136
活动一 汽车竞赛	136
活动二 汽车杂志	140
活动三 汽车电影	142
思考题	144
项目五 中国汽车文化	145
任务一 中国汽车工业的发展	145
任务二 中国著名汽车企业	156
活动一 一汽集团	156

活动二 东风汽车	158
活动三 长安汽车	158
活动四 上海汽车集团	160
活动五 广州汽车集团	160
活动六 江淮汽车	161
活动七 吉利汽车	161
活动八 比亚迪汽车	162
活动九 中国其他主要品牌汽车	163
任务三 中国特色汽车文化	165
活动一 中国汽车文化元素	165
活动二 中国汽车设计文化	167
活动三 中国汽车文化对经济影响	168
活动四 汽车的消费文化	169
任务四 汽车文化衍生经济（四）	170
活动一 汽车游戏	170
活动二 汽车音乐	171
活动三 汽车文化节	172
活动四 汽车俱乐部	172
项目六 新能源汽车	176
任务一 汽车污染	176
任务二 混合动力汽车	178
任务三 纯电动汽车	180
任务四 氢能汽车	182
任务五 太阳能汽车	184
任务六 生物燃料汽车	187
活动一 生物柴油汽车	187
活动二 乙醇汽车	189
活动三 天然气汽车	190
思考题	191
项目七 汽车未来与科技	192
任务一 发动机新技术	192
活动一 缸内直喷分层燃烧	192
活动二 可变配气正时	194
活动三 可变气门配气相位和气门升程	194
活动四 连续可变气门正时	196
任务二 车联网	197
任务三 智能汽车	201

任务四 畅想未来汽车世界·····	205
活动一 未来汽车发展(A~Z)·····	205
活动二 未来汽车概念设计·····	223
活动三 未来汽车文明·····	224
附录·····	226
一 汽车发展年鉴·····	226
二 特斯拉汽车·····	232
参考文献·····	235

项目一 认识汽车

项目目标:

- (1) 认识文化对社会环境的作用。
- (2) 认识汽车这类工业产品带来的科技文化与文明。
- (3) 掌握汽车总体构成, 发动机的发展演变。
- (4) 掌握汽车常见车标及代表的含义与文化。
- (5) 掌握汽车造型设计的一般流程。
- (6) 掌握汽车制造的一般流程。
- (7) 欣赏汽车与汽车所体现的美学。

汽车 (Automobile、Motor、Vehicle、Car 等) 作为一种交通运输工具, 是我们十分熟悉的工业产品。目前, 随着我国国民经济的飞速发展与人民生活水平的迅速提高, 越来越多的人拥有了一辆属于自己的汽车, 汽车从此走入了平常百姓家, 并逐渐成为人们日常生活的一部分。为了更好地了解我们生活中的这个“成员”, 更好地享受它给我们每一个人带来的便捷、文化、文明, 我们需要更多地了解汽车以及汽车的美。

文化是指人类在社会历史发展过程中所创造的物质财富和精神财富的总称。汽车文化是在汽车发明和发展中所创造的物质财富和精神财富的积累, 也是人们在制造和使用汽车的实践活动中, 形成的行为方式、习俗、法规、价值观念等。它包括汽车的技术文化、车史文化、造型文化、名人文化、名车文化、车标文化、赛车文化等。

没有文化的商业没有前途, 没有文化的商人缺少品位, 没有文化的商品则不会有市场。有汽车就有车迷, 典雅庄重的收藏名车、精美的汽车模型、别致的汽车匙扣、亮丽的汽车服饰、惹眼的汽车杂志, 还有汽车打火机、T 恤衫等汽车礼品, 都是车迷们的最爱, 于是就有了汽车文化。

汽车凝聚着 100 多年来人类物质文明及精神文明的成果, 科技和艺术在汽车上得以和谐统一, 积淀成现代社会特有的文化底蕴。汽车文化就是以汽车及其产业为载体, 渗透到经济社会各层面并构成互为关联的价值链, 演绎人类社会一系列的行为、组织、习俗、法规、准则、观念和价值观, 形成影响汽车社会和汽车文明发展进程的文化形态。

汽车文明的进步同全球化进程一样, 是矛盾的统一体, 是合理的悖论。如果从各国情况看, 汽车产业演变是从分散走向集中, 它将早期各国分散的作坊制作, 集聚成少数垄断的超级汽车集团, 转变为基于全球平台架构生产的规模经济产业。如果从世界角度看, 汽车工业演变又是从单极化走向多极化, 它将原先由一国主宰的单一市场格局演变为美、欧、日三足鼎立格局, 并正形成一个多极化的全球汽车市场。

广义的汽车文明主要体现于汽车产业的侧向影响及其扩散效应。汽车进入社会、进

入家庭，加快和提高了社会经济活动的节奏和效率，伴随而来的汽车文化也渗入到人们社会生活的各个方面：管理的变革、公路网形成、城市化进程、汽车贸易服务及后市场等。上海世博会的上汽通用汽车馆主题“2030，行！”就以生动的视觉艺术表现了这种文明形态。

狭义的汽车文明，则指人类实现自主-移动（Auto-Mobile）的文明。汽车已不再局限于交通工具，而是人们移动的生活空间。汽车的使用是个性权利的延伸和个人主动性的象征，汽车创造了崭新的价值观念和生活内容，整个社会的文化理念、心理素质、道德因素都因此发生了巨大的变化。

汽车文明又是一把双刃剑，当发展中国家正翘首企盼它带来方便和荣耀时，在发达国家，人们已对它造成的负面影响深感困惑。与所有文化形态一样，汽车文化也有其负面性，人类以主宰者身份创造了这种文明形态，最终却可能沦为它的奴隶：交通拥堵、交通事故、资源消耗、环境污染。如果认为 100 多年来的汽车文明是反映“汽车改变世界”的历史，那么未来汽车将驶入“世界改变汽车”的新技术革命时代（图 1-1）。



图 1-1 2010 年 6 月深圳车展上展示的全天候运动型跑车 Scirocco（尚酷）
该车拥有创新前卫的设计，超凡的动力和出色的燃油经济性，被誉为“大众汽车有史以来最具动感”的全天候运动型跑车

进入 21 世纪，人类社会面临能源资源和生态环境严峻挑战。在这个时代，高度成熟的汽车产品将转变为建立在新型轻质材料、新型能源基础上的消费类电子产品，以石油为依存的传统汽车产业必将成为一个以新能源为支撑的高新技术产业。21 世纪的汽车发展趋势将是个性化、人性化、本土化、系列化、模块化、轻量化、小型化、电子化、信息化、智能化。

只有以科学发展观引领，正视汽车文明的正负效应，扬长避短，趋利避害，以最大限度开拓人类智慧，深入发掘人的内在需求，充分吸收、利用现代科技，同时以全新观念和长远目光来兼顾资源生态、社会环境，汽车文明才不会成为“夕阳文明”。

任务一 汽车总体构成

任务目标:

- (1) 掌握汽车的基本定义与汽车基本结构。
- (2) 了解汽车发展历程与科技创新。

1886年,德国工程师卡尔·本茨(Karl Friedrich Benz, 1844—1929)发明的三轮机动车获得了德意志专利权(专利号: 37435a),这就是世界公认的第一辆汽车(图1-2~图1-4)。这辆车的诞生不仅标志着“马车时代”的终结和“汽车时代”的开始,也开创了个人交通运输的新纪元。而这辆汽车配备的小型卧式单缸四冲程汽油机、电点火、化油器、水冷式散热器、转向系和管式车架在内的众多个性化技术,即使在今天看来,也足以让我们肃然起敬。

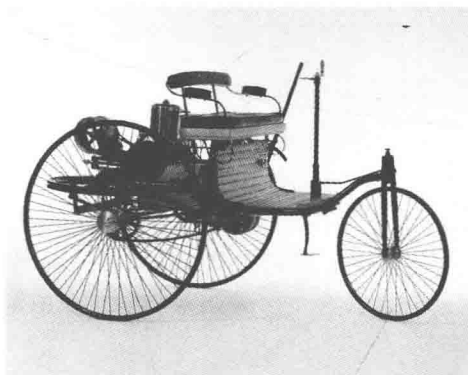


图 1-2 德国工程师卡尔·本茨

发明的三轮机动车(专利号: 37435a)

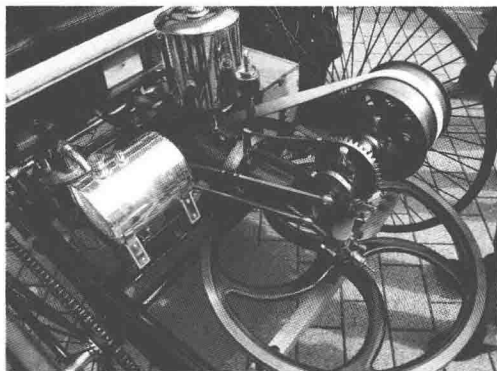


图 1-3 德国工程师卡尔·本茨

发明的三轮机动车的发动机细节

2006年,为纪念汽车工业诞生120周年,梅赛德斯—奔驰在第九届北京国际汽车展览会上展示世界第一辆汽车



图 1-4 卡尔·本茨与世界第一本驾照

汽车自 19 世纪末诞生至今的 100 多年期间,汽车工业从无到有,以惊人的速度发展着,写下了人类近代文明史的重要篇章。汽车是数量最多、最普及、活动范围最广泛、运输量最大的现代化交通工具。

按照国家最新标准《汽车和挂车类型的术语和定义》(GB/T 3730.1—2001),对汽车的定义为:由动力驱动,具有四个或四个以上车轮的非轨道承载的车辆,主要用于载运人员和(或)货物、牵引载运人员和(或)货物及其他特殊用途。本术语还包括:①与电力线相连的车辆,如无轨电车;②整车整备质量超过 400kg 的三轮车。

美国汽车工程师学会标准 SAEJ 687C 中对汽车的定义是:由本身动力驱动,装有驾驶装置,能在固定轨道以外的道路或地域上运送客货或牵引车辆的车辆。汽车按总体结构分为单车和列车。单车是基本形式。常用 4×2、6×4、4×4 和 6×6 等符号表示驱动特点,前一个数字代表车轮总数(双胎并装仍算一个车轮),后一个数字表示驱动轮数。如所有车轮均为驱动轮即称为全轮驱动汽车。列车是由牵引车或单车拖带挂车或半挂车组成。汽车按用途一般可分为以下几类,即轿车、客车、载货汽车(俗称卡车)、越野汽车、牵引汽车、装卸汽车、专用汽车、半挂车和专用半挂车。

日本工业标准 JISK 0101 中对汽车的定义是:自身装有发动机和操纵装置,不依靠固定轨道和架线仍能在陆上行驶的车辆。

按照 GB/T 3730.1—2001 的规定,汽车主要分为乘用车和商用车。

乘用车:在其设计和技术特性上主要用于载运乘客及其随身行李和(或)临时物品的汽车,包括驾驶员座位在内最多不超过 9 个座位。它也可牵引一辆挂车。分为普通乘用车、高级乘用车、小型乘用车、敞篷车、仓背乘用车、旅行车、多用途乘用车、短头乘用车、越野乘用车和专用乘用车 11 类。

商用车:在设计和技术特性上用于运送人员和货物的汽车,并且可以牵引挂车。乘用车不包括在内。商用车分为客车、货车和半挂牵引车 3 类。客车细分为小型客车、城市客车、长途客车、旅游客车、铰接客车、无轨客车、越野客车和专用客车。货车细分为普通货车、多用途货车、全挂牵引车、越野货车、专用作业车和专用货车。

课外扩展活动

1. 讨论题:汽车是什么?(6 人一组,每一个同学在前一个同学的基础上添加一个合理的定语。)

[举例]汽车是一类便捷的、充满艺术美的、与生活息息相关的、普通代步的工业产品。

2. 开放式论述题:汽车科技如何改变我们的生活?

活动一 汽车基本结构

汽车由发动机、底盘、车身和电气设备四部分组成(图 1-5~图 1-7)。

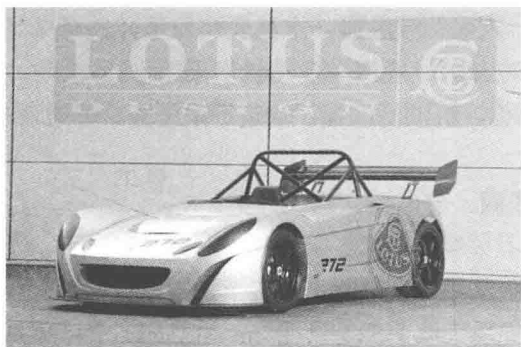


图 1-5 莲花 (Lotus) 赛车



图 1-6 雷克萨斯 (Lexus) 汽车

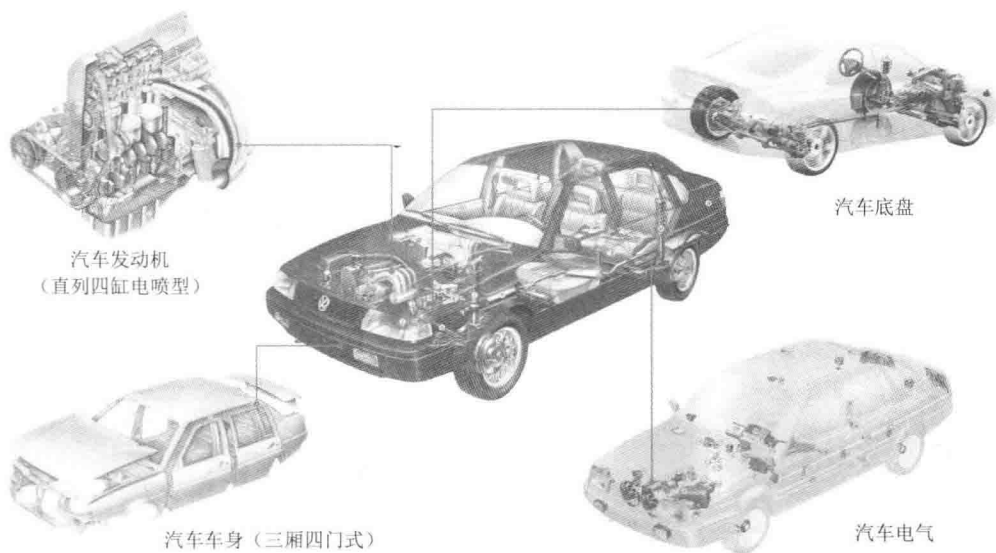


图 1-7 汽车结构总体

一、发动机

发动机包括两大机构五大系：曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系、冷却系、润滑系、点火系、启动系。

(1) 曲柄连杆机构。包括连杆、曲轴、轴瓦、飞轮、活塞、活塞环、活塞销、曲轴油封。

(2) 配气机构。包括汽缸盖、气门室盖罩凸轮轴、气门进气歧管、排气歧管、空气过滤器、消音器、三元催化增压器、制冷器等。

(3) 燃油供给系。汽油机燃油供给系统包括汽油箱、汽油表、汽油管、汽油滤清器、汽油泵、化油器、空气滤清器等。柴油机燃油供给系统包括喷油泵、喷油器和调速器等主要部件及柴油箱、输油泵、油水分离器、柴油滤清器、喷油提前器和高、低压油管等辅助装置。

(4) 冷却系。一般由水箱、水泵、散热器、风扇、节温器、水温表和放水开关组成。汽车发动机采用两种冷却方式,即空气冷却和水冷却。一般汽车发动机多采用水冷却。

(5) 润滑系。发动机润滑系由机油泵、集滤器、机油滤清器、油道、限压阀、机油表、感压塞及油尺等组成。

(6) 点火系。包括火花塞、高压线、高压线圈、分电器、点火开关。

(7) 启动系。包括启动机、蓄电池。

二、底盘

底盘的作用是支撑、安装汽车发动机及其各部件,形成汽车的整体造型,并接受发动机的动力,使汽车产生运动,保证正常行驶。底盘由传动系、行驶系、转向系和制动系四部分组成。

1. 传动系

汽车发动机所发出的动力靠传动系传递到驱动车轮。传动系具有减速、变速、倒车、中断动力、轮间差速和轴间差速等功能,与发动机配合工作,能保证汽车在各种工况条件下的正常行驶,并具有良好的动力性和经济性。主要是由离合器、变速器、万向节、传动轴和驱动桥等组成。

(1) 离合器。其作用是使发动机的动力与传动装置平稳地接合或暂时地分离,以便于驾驶员进行汽车的起步、停车和换挡等操作。

(2) 变速器。由变速器壳、变速器盖、第一轴、第二轴、中间轴、倒挡轴、齿轮、轴承和操纵机构等机件构成,用于汽车变速和变输出扭矩。

2. 行驶系

行驶系由车架、车桥、悬架和车轮等部分组成。行驶系的功用是:

(1) 接受传动系的动力,通过驱动轮与路面的作用产生牵引力,使汽车正常行驶。

(2) 承受汽车的总重量和地面的反力。

(3) 缓和不平路面对身体造成的冲击,衰减汽车行驶中的振动,保持行驶的平顺性。

(4) 与转向系配合,保证汽车操纵稳定性。

3. 转向系

汽车上用来改变或恢复其行驶方向的专设机构称为汽车转向系。转向系的基本组成包括:

(1) 转向操纵机构。主要由转向盘、转向轴和转向管柱等组成。

(2) 转向器。将转向盘的转动变为转向摇臂的摆动或齿条轴的直线往复运动,并对转向操纵力进行放大的机构。转向器一般固定在汽车车架或车身上,转向操纵力通过转向器后一般还会改变传动方向。

(3) 转向传动机构将转向器输出的力和运动传给车轮(转向节),并使左右车轮按一定关系进行偏转的机构。

4. 制动系

汽车上用以使外界(主要是路面)在汽车某些部分(主要是车轮)施加一定的力,从而对其进行一定程度的强制制动的一系列专门装置统称为制动系。其作用是:使行驶中的

汽车按照驾驶员的要求进行强制减速甚至停车；使已停驶的汽车在各种道路条件下（包括在坡道上）稳定驻车；使下坡行驶的汽车速度保持稳定。

三、车身

车身安装在底盘的车架上，用于驾驶员、旅客乘坐或装载货物。轿车、客车的车身一般是整体结构，货车车身一般是由驾驶室和货箱两部分组成。图 1-8 为汽车车身结构图（迈腾）。



图 1-8 汽车车身结构图（迈腾）

四、电气设备

电气设备由电源和用电设备两大部分组成。电源包括蓄电池和发电机；用电设备包括发动机的启动系、汽油机的点火系和其他用电装置。图 1-9 为汽车总成拆分平面图。

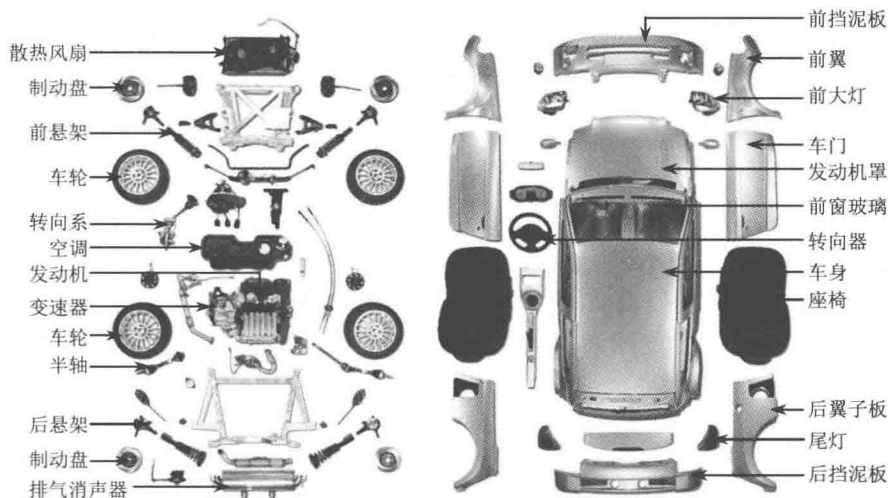


图 1-9 汽车总成拆分平面图

活动二 发动机

一、发动机的演变历程

世界上第一台蒸汽机是由古希腊数学家亚历山大港的希罗（Hero of Alexandria）于 1 世纪发明的汽转球（Aeolipile），它只不过是一个玩具而已。约 1679 年，法国物理学家丹尼斯·巴本在观察到蒸汽逃离高压锅后，制造了第一台蒸汽机的工作模型。大约与此同时，萨缪尔·莫兰也提出了制造蒸汽机的主意。1698 年托马斯·塞维利、1712 年托马斯·纽科门和 1769 年詹姆斯·瓦特制造了早期的工业蒸汽机，他们对蒸汽机的发展都做出了自己的

贡献。1807 年，罗伯特·富尔顿第一个成功地用蒸汽机来驱动轮船。瓦特并不是蒸汽机的发明者，在他之前，早就出现了蒸汽机，即纽科门蒸汽机，但它的耗煤量大、效率低。瓦特运用科学理论，逐渐发现了这种蒸汽机的毛病所在。1765—1790 年，他进行了一系列发明，比如分离式冷凝器、汽缸外设置绝热层、用油润滑活塞、行星式齿轮、平行运动连杆机构、离心式调速器、节气阀、压力计等，使蒸汽机的效率提高到原来纽科门机的 3 倍多，最终发明出了现代意义上的蒸汽机（图 1-10）。

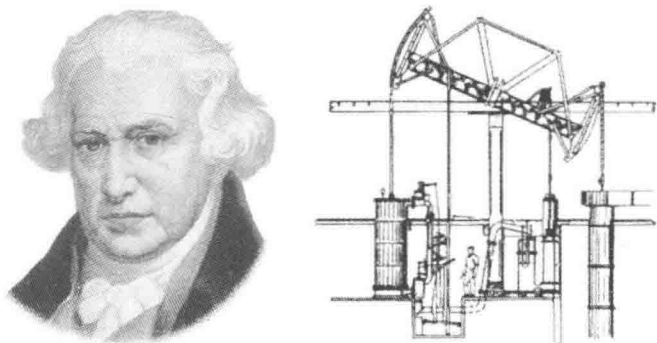


图 1-10 瓦特与他改进的蒸汽机

16 世纪末到 17 世纪后期，英国的采矿业，特别是煤矿，已发展到相当的规模，单靠人力、畜力已难以满足排除矿井地下水的要求，而现场又有丰富而廉价的煤作为燃料。现实的需要促使许多人，如英国的帕潘、塞维利、纽科门等就致力于“以火力提水”的探索和试验。

最初的真空蒸汽机被用来将矿井里的水抽出来。纽科门的蒸汽机将蒸汽引入气缸后阀门被关闭，然后冷水被撒入气缸，蒸汽凝结时造成真空。活塞另一面的空气压力推动活塞。在矿井中连接一根深入竖井的杆来驱动一个泵。蒸汽机活塞的运动通过这根杆传到泵的活塞来将水抽到井外。

第一个巨大的改进是将气缸与凝结缸通过一个阀门分开。瓦特在伯明翰实现了这个改进，这个改进提高了蒸汽机的效率。下一个改进是将阀门的操作自动化。这些早期的真空蒸汽机的效率有限，但它们比较安全，因为它们的压力比较低，在物质发生损坏的情况下机器向内收缩，而不是向外爆炸。它们的效率受外部气压、气缸变形、燃烧和沸腾的效率和凝结能力的限制。理论最高效率受水在普通大气压下比较低的沸腾温度限制。使用高温高压的蒸汽为蒸汽机的效率带来了巨大的提高。但这种蒸汽机比真空蒸汽机危险得多。锅炉和机器的爆炸造成了许多大事故。安全阀在这里带来了很大的改进，在压力过高的情况下安全阀放气减压。但真正保证安全只有依靠建造、运行和维护的经验和安全规则。

塞维利制成了世界上第一台实用的蒸汽提水机，在 1698 年取得标名为“矿工之友”的英国专利。他将一个蛋形容器先充满蒸汽，然后关闭进汽阀，在容器外喷淋冷水使容器内蒸汽冷凝而形成真空。打开进水阀，矿井底的水受大气压力作用经进水管吸入容器中；关闭进水阀，重开进汽阀，靠蒸汽压力将容器中的水经排水阀压出。待容器中的水被排空而充满蒸汽时，关闭进气阀和排水阀，重新喷水使蒸汽冷凝。如此反复循环，用两个蛋形容器交替工作，可连续排水。塞维利的提水机依靠真空的吸力汲水，汲水深度不能超过 6m。